

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

12 **Gebrauchsmuster** **U1**

- (11) Rollennummer 295 05 318.6
- (51) Hauptklasse G01B 11/00
Nebenkategorie(n) G01B 11/03
Zusätzliche
Information // A61B 17/00
- (22) Anmeldetag 29.03.95
- (47) Eintragungstag 18.05.95
- (43) Bekanntmachung
im Patentblatt 29.06.95
- (54) Bezeichnung des Gegenstandes
Vorrichtung zur Markierung von optisch zu
vermessenden Punkten
- (73) Name und Wohnsitz des Inhabers
Fa. Carl Zeiss, 89520 Heidenheim, DE

29.03.95

Beschreibung:

95013 G

Vorrichtung zur Markierung von optisch zu vermessenden Punkten

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Markierung von optisch zu vermessenden Punkten mit einer entsprechenden Befestigungsmöglichkeit für die Vorrichtung.

In der stereotaktischen Mikrochirurgie werden zunehmend präoperativ generierte Bilddaten zur Navigation während der eigentlichen Operation herangezogen. Auf Grundlage der Bilddaten werden chirurgische Instrumente, Operationsmikroskope etc. definiert im Raum positioniert, d.h. auf Grundlage der Bilddaten gesteuert. Bevor dies erfolgen kann, müssen jedoch die verschiedenen Koordinatensysteme wie Patienten-, Diagnosedaten- und Geräte-Koordinatensystem hochpräzise zueinander referenziert werden. Zur Referenzierung der Koordinatensysteme wird deshalb üblicherweise vor dem durchzuführenden Eingriff am Patienten eine sogenannte Referenzierungsmessung an verschiedenen Punkten am Patienten bzw. an einem stereotaktischen Ring, mit dem der Patient fixiert wird, durchgeführt. Insgesamt sind hierzu eine Reihe von Einzelmessungen erforderlich.

Neben einer rein mechanischen Referenzierungsmessung, d.h. dem Antasten der mit Markern gekennzeichneten Punkte mit einem Pointersystem ist desweiteren bekannt, die jeweiligen Punkte am Patienten geeignet zu markieren und optisch zu vermessen. Aus der DE 41 34 481 der Anmelderin ist hierzu ein Referenzierungsverfahren bekannt, bei dem mit Hilfe des Autofokus-Systems eines Operationsmikroskopes diese Punkte hochexakt lokalisiert werden. Eine nicht unerhebliche Bedeutung kommt neben dem eingesetzten Autofokus-System hierbei auch den verwendeten Vorrichtungen zur Markierung der optisch zu vermessenden Punkte zu.

Während bei der Referenzierungsmessung die XY-Antastung in der Bildebene relativ unkritisch ist, liegen in der Antastung in Z-

1
29.05.95 18

Richtung gewisse Fehlermöglichkeiten. Gefordert wird jedoch eine hochpräzise optische Vermessung der Punkte respektive der Markierungsvorrichtungen.

Aus der EP 0 591 712 sind Markierungs-Vorrichtungen bekannt, die zweiteilig und mit einer rotationssymmetrischen Referenzierungseinheit ausgeführt sind. Das optische Vermessen des rotationssymmetrischen Teiles derartiger Markierungs-Vorrichtungen mittels des Autofokus-Systems liefert jedoch nicht die erforderliche Präzision zur Koordinatensystem-Referenzierung.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zur Markierung von optisch zu vermessenden Punkten zu schaffen, die eine hochpräzise optische Vermessung definierter Punkte und die entsprechende Koordinatenbestimmung ermöglicht. Insbesondere ist der praktische Einsatz derartiger Markierungsvorrichtungen in der stereotaktischen Mikrochirurgie gefordert.

Diese Aufgabe wird gelöst durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1. Vorteilhafte Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich aus den Merkmalen der abhängigen Ansprüche.

Eine stereotaktische Operationseinheit mit mindestens zwei der erfindungsgemäßen Markierungs-Vorrichtungen ist Gegenstand des Anspruches 13.

Erfindungsgemäß wird nunmehr zum optischen Vermessen eine im wesentlichen plane Referenzierungsfläche an der erfindungsgemäßen Markierungs-Vorrichtung gewählt. Der optisch zu vermessende Zielpunkt liegt hierbei in der Ebene der Referenzierungsfläche.

Die Referenzierungsfläche weist in einer besonders vorteilhaften Ausführungsform einen definierten Winkel zur jeweiligen Vorrichtungs-Längsachse auf, der ungleich 90° ist. Ferner ist

29.03.95

die Referenzierungsfläche vorzugsweise drehbar relativ zur Befestigungseinheit angeordnet.

Dergestalt lassen sich nunmehr eine Reihe erfindungsgemäßer Markierungs-Vorrichtungen innerhalb einer stereotaktischen Operationseinheit parat halten, die je nach Ausrichtung des eingesetzten Operationsmikroskopes verwendet werden können. Es läßt sich derart sicherstellen, daß die notwendige Referenzierungs-Messung mit Hilfe des Operationsmikroskopes in der geplanten Operations-Stellung des Mikroskopes durchgeführt werden kann.

Desweiteren können erfindungsgemäß eine Reihe von Maßnahmen getroffen werden, die erfindungsgemäßen Vorrichtungen optimal an das optische Vermessungs-Verfahren mit Hilfe des Autofokus-Systems des Operationsmikroskopes anzupassen. Dies betrifft sowohl die Materialwahl bei der Referenzierungsfläche als auch die Dimensionierung der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Selbstverständlich ist die erfindungsgemäße Markierungs-Vorrichtung in Verbindung mit verschiedenen bekannten Autofokus-Systemen einsetzbar. Je nach verwendetem Autofokus-System ist dabei die Referenzierungsfläche anzupassen.

Weitere Vorteile sowie Einzelheiten der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der beiliegenden Zeichnungen.

Dabei zeigt

- Fig. 1 eine stereotaktische Operationseinheit mit einem Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Markierungs-Vorrichtung, angeordnet am Kopf des Patienten;
- Fig. 2 eine vergrößerte Darstellung der erfindungsgemäßen Markierungs-Vorrichtung aus Fig. 1;
- Fig. 3 eine Reihe verschiedenster Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Markierungs-Vorrichtungen, die in

3
29.03.95 18

29.03.95

Verbindung mit einer stereotaktischen Operationseinheit zum Einsatz kommen können.

Figur 1 zeigt eine stereotaktische Operationseinheit, wie sie beispielsweise aus der DE 41 34 481 der Anmelderin bereits bekannt ist. Innerhalb der stereotaktischen Operationseinheit ist eine der erfindungsgemäßen Markierungs-Vorrichtungen (10) am Patienten (6) angeordnet.

Die eigentliche stereotaktische Operationseinheit umfaßt einen Operationstisch (8), auf dem der Patient (6) liegt sowie eine Fixiervorrichtung (7) in Form eines sogenannten stereotaktischen Ringes, mit der der Kopf des Patienten (6), an dem ein Eingriff erfolgen soll, in einer gleichbleibenden Position fixiert wird. Am Kopf des Patienten (6) ist eine der erfindungsgemäßen Markierungs-Vorrichtungen (10) angeordnet. Die Markierungs-Vorrichtung (10) am Patienten (6) soll zur Referenzierung der Koordinatensysteme mit Hilfe eines Operationsmikroskopes (1) in bekannter Art und Weise hochpräzise vermessen werden.

Die räumliche Position des an einem Trägersystem (2) angeordneten Operationsmikroskopes (1) ist der zentralen Steuereinheit (3) stets bekannt. Hierzu werden im dargestellten Ausführungsbeispiel die in den Gelenken des Trägersystems (2) integrierten Encoder-Systeme laufend ausgelesen und zusammen mit den bekannten Geometrieinformationen des Trägersystems (2) die aktuelle koordinatenmäßige Position des Operationsmikroskopes (1) ermittelt. Die Gelenke des Trägersystems (2) sind in dieser Ausführungsform zudem mit geeigneten Antriebs-Einheiten ausgestattet.

Alternativ hierzu sind selbstverständlich auch andere Lokalisierungsverfahren zur Bestimmung der Position des Operationsmikroskopes einsetzbar, wie etwa bekannte 3D-Digitizer auf Ultraschall-Basis oder aber am Operationsmikroskop angeordnete IR-Leuchtdioden, die von Kameras erfaßt werden etc.. Wesentlich ist lediglich jeweils die möglichst genaue

29.03.95 18

29.03.95

Erfassung der aktuellen räumlichen Koordinaten des Operationsmikroskopes.

Desweiteren umfaßt die stereotaktische Operationseinheit eine Bildverarbeitungseinheit (4) mit einem Display (5) in Form eines geeigneten Rechners. Auf dem Display (5) kann der Arzt beispielsweise präoperativ generierte Bilder wie CT- oder MNR-Aufnahmen während des Eingriffes visualisieren, wobei er aufgrund der erfolgten Koordinatensystem-Referenzierung stets in der Lage ist, die gerade zum betrachteten Operationsort passenden Bilder zu selektieren.

Die eigentliche optische Vermessung von definierten Punkten am Patienten, d.h. die Referenzierungsmessung, erfolgt wie aus der DE 41 34 481 bekannt mit Hilfe des in das Operationsmikroskop (1) integrierte, aktive Autofokus-System. Es wird demzufolge jeweils der Abstand der koordinatenmäßig zu erfassenden Markierungs-Vorrichtung (10) am Patienten (6) relativ zum Operationsmikroskop (1) bestimmt. Aus den bekannten räumlichen Koordinaten des Operationsmikroskopes (1) wiederum können schließlich exakt die räumlichen Koordinaten des zu vermessenden Punktes am Patienten (6) bestimmt werden.

Der eigentlich zu vermessende Punkt am Patienten (6) liegt aufgrund der bekannten Geometrie der Markierungs-Vorrichtung (10) in einer definierten räumlichen Beziehung zur plan ausgeführten Referenzierungsfläche (16) der erfindungsgemäßen Markierungs-Vorrichtung (10). Wie aus der in Figur 1 dargestellten Vergrößerung der erfindungsgemäßen Markierungs-Vorrichtung (10) ebenfalls bereits erkennbar ist, ist die plane Referenzierungsfläche (16) der Markierungs-Vorrichtung (10) zudem in einem Winkel zur Vorrichtungslängsachse angeordnet, der ungleich 90° ist. Die Referenzierungsfläche (16) der Markierungs-Vorrichtung (10) ist demzufolge bereits in Richtung des Operationsmikroskopes (1) ausgerichtet, vorzugsweise so, daß die Betrachtungsachse (11) des Operationsmikroskopes (1) senkrecht auf der Referenzierungsfläche (11) steht. Mit Hilfe der erfindungsgemäßen Markierungs-Vorrichtungen (10) lassen

29.05.95 18

29.03.95

sich somit Referenzierungsmessungen durchführen, bei denen das Operationsmikroskop (1) bereits in der geplanten Operationsstellung ausgerichtet ist. Ein neuerliches, Ausrichten des Operationsmikroskopes (1) nach der Referenzierungsmessung in die tatsächlich erforderliche Operations-Stellung ist aufgrund des Einsatzes der erfindungsgemäßen Markierungs-Vorrichtung(en) nicht mehr nötig.

Eine vergrößerte Darstellung des in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Markierungs-Vorrichtung (10) wird nunmehr anhand von Figur 2 beschrieben. Deutlich erkennbar ist in Figur 2 der zweiteilige Aufbau der Markierungs-Vorrichtung (10), bestehend aus einer Befestigungseinheit (12) sowie der darauf angeordneten, eigentlichen Referenzierungseinheit (13).

Die Befestigungseinheit (12) ist als im wesentlichen zylinderförmiges Teil mit einem konisch verbreiterten Fußteil ausgeführt, über das es am zu vermessenden Körperteil des Patienten oder an sonstigen Teilen der stereotaktischen Operationseinheit befestigt wird. Hierbei ist etwa das Ankleben der Befestigungseinheit (12) ebenso möglich wie der Einsatz anderer Verbindungsmöglichkeiten wie Anschrauben, Stecken etc.. Je nach gewählter Befestigung ist die Befestigungseinheit (12) ggf. anders auszulegen.

Im oberen Teil der Befestigungseinheit (12) ist eine Ausnehmung (14) vorgesehen, in die ein entsprechend entgegengesetzt dimensionierter Stift (15) der Referenzierungseinheit (13) hineingesteckt bzw. eingeklemmt werden kann. Die Referenzierungseinheit (13) ist somit lösbar mit der Befestigungseinheit (12) verbunden, wobei im dargestellten Ausführungsbeispiel hierzu eine Steckverbindung vorgesehen wurde.

Neben der Möglichkeit der steckbaren Befestigung der Referenzierungseinheit (13) an der Befestigungseinheit (12) kommen hierfür selbstverständlich auch andere lösbare Verbindungen wie etwa Schraubverbindungen etc. in Frage.

29.05.93 18

Zwischen der Befestigungseinheit (12) und der Referenzierungseinheit (13) ist in der Darstellung der Figur 2 ferner ein steriles Drape (19) eingeklemmt, d.h. der Stift (15) an der Referenzierungseinheit (13) wird einfach durch das Drape (19) in die Aufnahme (12) an der Befestigungseinheit (12) hindurchgedrückt. Es ist demzufolge für den Chirurgen möglich, die Referenzierungseinheit (13) durch das Drape (19) hindurchzustecken und an der Befestigungseinheit (12) anzuordnen. Eine derartige Befestigungsmöglichkeit der Referenzierungseinheit (13) ist insbesondere dann von Vorteil, wenn etwa präoperative Diagnose-Untersuchungen mit nicht-sterilen Referenzierungseinheiten (13) durchgeführt werden und der Chirurg beim späteren Referenzieren im Operationssaal die nicht-sterilen Referenzierungs-Einheiten gegen parat gehaltene sterile Einheiten (13) einfach austauscht.

Desweiteren ist aufgrund der rotationssymmetrischen Ausbildung der Steckverbindung in Form von Stift (15) und passender Aufnahme (12) die Drehbarkeit der Referenzierungseinheit (13) relativ zur Befestigungseinheit (12) um die Vorrichtungslängsachse (18) gewährleistet. Auch alternative lösbare Befestigungsmöglichkeiten sollten vorzugsweise eine derartige Drehbarkeit der Referenzierungseinheit (13) relativ zur Befestigungseinheit (12) respektive zum Patienten ermöglichen. Die Referenzierungsfläche (16) läßt sich derart stets einfach in Richtung des Operationsmikroskopes hin ausrichten.

Desweiteren ist in Figur 2 erkennbar, daß die eigentliche Referenzierungsfläche (16) des dargestellten Ausführungsbeispiels der Markierungs-Vorrichtung (10) plan und ausgeführt ist. Ferner nimmt die Referenzierungsfläche (16) einen Winkel (α) zur Vorrichtungslängsachse (18), der auf jeden Fall von 90° verschieden sein sollte und im dargestellten Ausführungsbeispiel ca. 60° beträgt.

Der mit Hilfe des Autofokus-Systems zu vermessende Zielpunkt (17) der Markierungs-Vorrichtung liegt in der dargestellten Ausführungsform in der Mitte der kreisförmig ausgeführten

Referenzierungsfläche (16), d.h. auf der Vorrichtungslängsachse (18). Aus der bekannten Geometrie der kompletten Markierungs-Vorrichtung (10) kann bei definiert erfaßter Lage des Zielpunktes (17) demnach auch auf die entsprechenden Patienten-Koordinaten geschlossen werden.

Die Referenzierungsfläche (16) ist im dargestellten Ausführungsbeispiel aus einem matten Keramik-Material gefertigt, das möglichst homogene Streu-Eigenschaften aufweist, um eine optimale Erfassung mit Hilfe des Autofokus-Systems sicherzustellen. Daneben kommt jedoch auch ein homogen reflektierendes Material in Frage, wie etwa ein geeignet reflektierender Spiegel oder dgl.. Im verwendeten Material für die Referenzierungs-Fläche (16) sollte zudem keine Volumestreueung des auftreffenden Autofokus-Meßstrahles erfolgen.

Als passende Materialien mit derartigen Eigenschaften kommen desweiteren beispielsweise matt-eloxiertes Aluminium oder aber Kunststoff in Betracht.

Das jeweilige Material für die Referenzierungsfläche sollte auf jeden Fall im Hinblick auf das verwendete optische Meßverfahren, d.h. das jeweilige Autofokus-Prinzip optimiert werden. Hierzu kommt auch die Berücksichtigung der Abhängigkeit der Reflexionseigenschaften von der jeweiligen Wellenlänge eines aktiven Autofokus-Systemes etc..

Ein kompletter Satz verschiedener Ausführungsformen der Referenzierungseinheit (30,..., 100) ist in Figur 3 dargestellt. Sämtliche Referenzierungseinheiten (30,..., 100) können über den vorgesehenen Stift steck- und drehbar in einer gemeinsamen Befestigungseinheit (32) wie vorab beschrieben angeordnet werden.

Die einzelnen Referenzierungseinheiten (30,..., 100) unterscheiden sich im Winkel, den die Referenzierungsfläche jeweils relativ zur Vorrichtungslängsachse einnimmt, d.h. in der möglichen Vorab-Ausrichtung zum Operationsmikroskop. Ein Satz

29.03.95

derartiger Referenzierungseinheiten (30,..., 100) wird nunmehr innerhalb der stereotaktischen Operationseinheit bereit gehalten, um verschiedenste, zu vermessende Punkte am Patienten oder stereotaktischen Ring etc. einfach erfassen zu können, wobei das Operationsmikroskop jeweils bereits in der geplanten Operationsstellung ausgerichtet ist.

Hierbei ist bei den verschiedenen Referenzierungs-Einheiten in Figur 3 jeweils der in etwa akzeptable Winkelbereich mit dargestellt, aus dem die Vermessung mit Hilfe des Operationsmikroskopes erfolgen kann.

Neben der in Figur 3 vorgestellten Möglichkeit, verschiedene derartige erfindungsgemäße Markierungs-Vorrichtungen parat zu halten, besteht prinzipiell auch die Möglichkeit die Referenzierungsfläche relativ zur Vorrichtungslängsachse beweglich gelagert auszuführen. Derart ist dann die manuelle Einstellung einer Reihe verschiedener Winkel α mit ein und derselben Referenzierungseinheit möglich.

9
29.03.95 18

29.03.95

Ansprüche:

1. Vorrichtung zur Markierung von optisch zu vermessenden Punkten mit einer entsprechenden Befestigungsmöglichkeit, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine im wesentlichen plane Referenzierungsfläche (16) mit einem optisch zu vermessenden Zielpunkt (17) in der Ebene der Referenzierungsfläche (16) aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Referenzierungsfläche (16) einen Winkel α zur Vorrichtungs-Längsachse (18) einnimmt, wobei α ungleich 90° ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Zielpunkt (17) auf der Vorrichtungs-Längsachse (18) liegt.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Referenzierungsfläche (16) kreisförmig ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens die Oberfläche der Referenzierungsfläche (16) aus einem möglichst homogen reflektierenden oder homogen streuenden Material besteht.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche der Referenzierungsfläche (16) aus einem matten Kunststoff-Material besteht.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche der Referenzierungsfläche (16) aus matt eloxiertem Aluminium besteht.
8. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbe der Oberfläche der Referenzierungsfläche (16) schwarz ist.

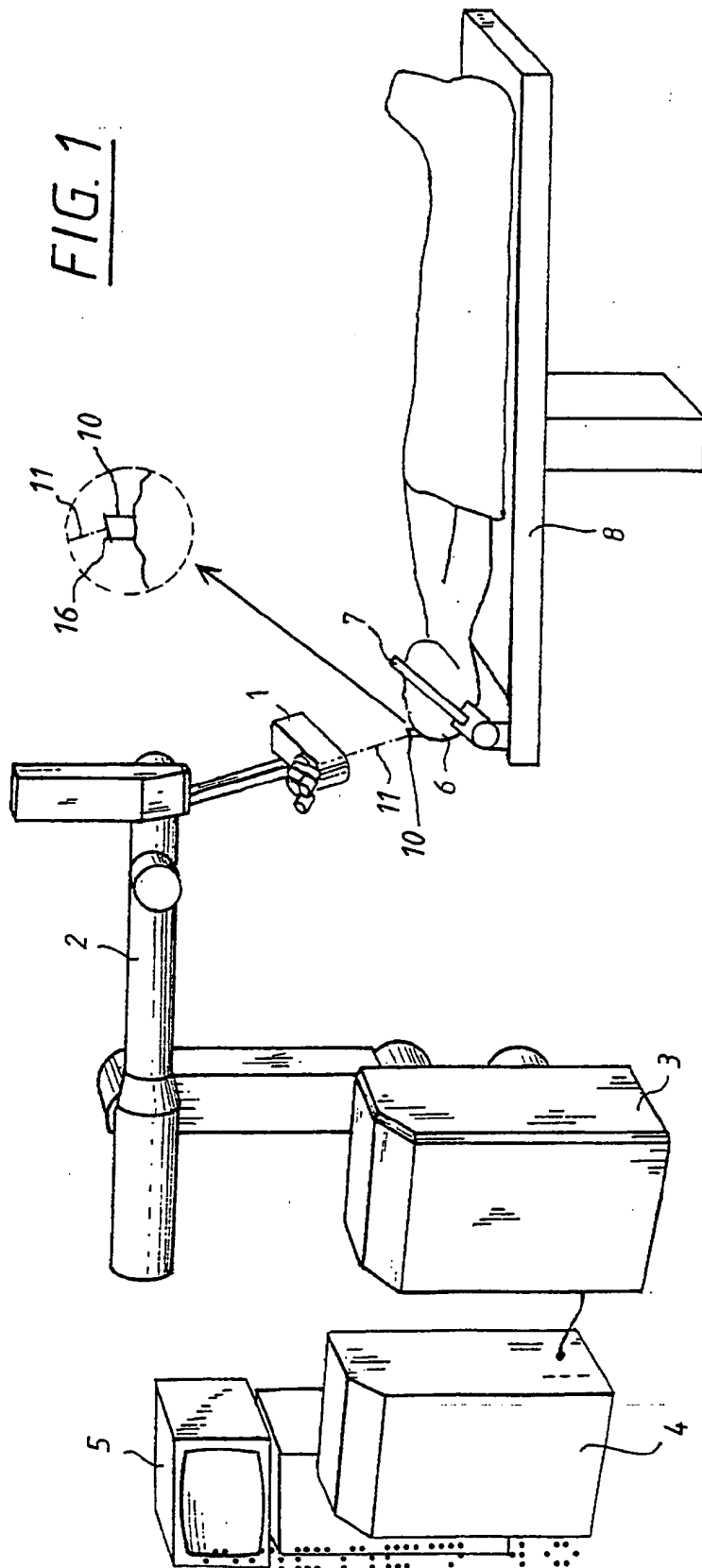
29.03.95 18

29.03.95

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung einen im wesentlichen zweiteiligen Aufbau aufweist, bestehend aus einer Befestigungseinheit (12, 32) und einer Referenzierungseinheit (13) mit der Referenzierungsfläche (16).
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Referenzierungseinheit (13) lösbar an der Befestigungseinheit (12, 32) angeordnet ist.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Referenzierungseinheit (13) drehbar um die Vorrichtungs-Längsachse (18) an der Befestigungseinheit (12, 32) angeordnet ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Referenzierungsfläche relativ zur Vorrichtungs-Längsachse beweglich gelagert ist und die Einstellung einer Reihe von verschiedenen Winkeln α ermöglicht.
13. Stereotaktische Operationseinheit, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Vorrichtungen (10) nach Anspruch 2 mit unterschiedlichen Winkeln α vorgesehen sind.

29.03.95 18

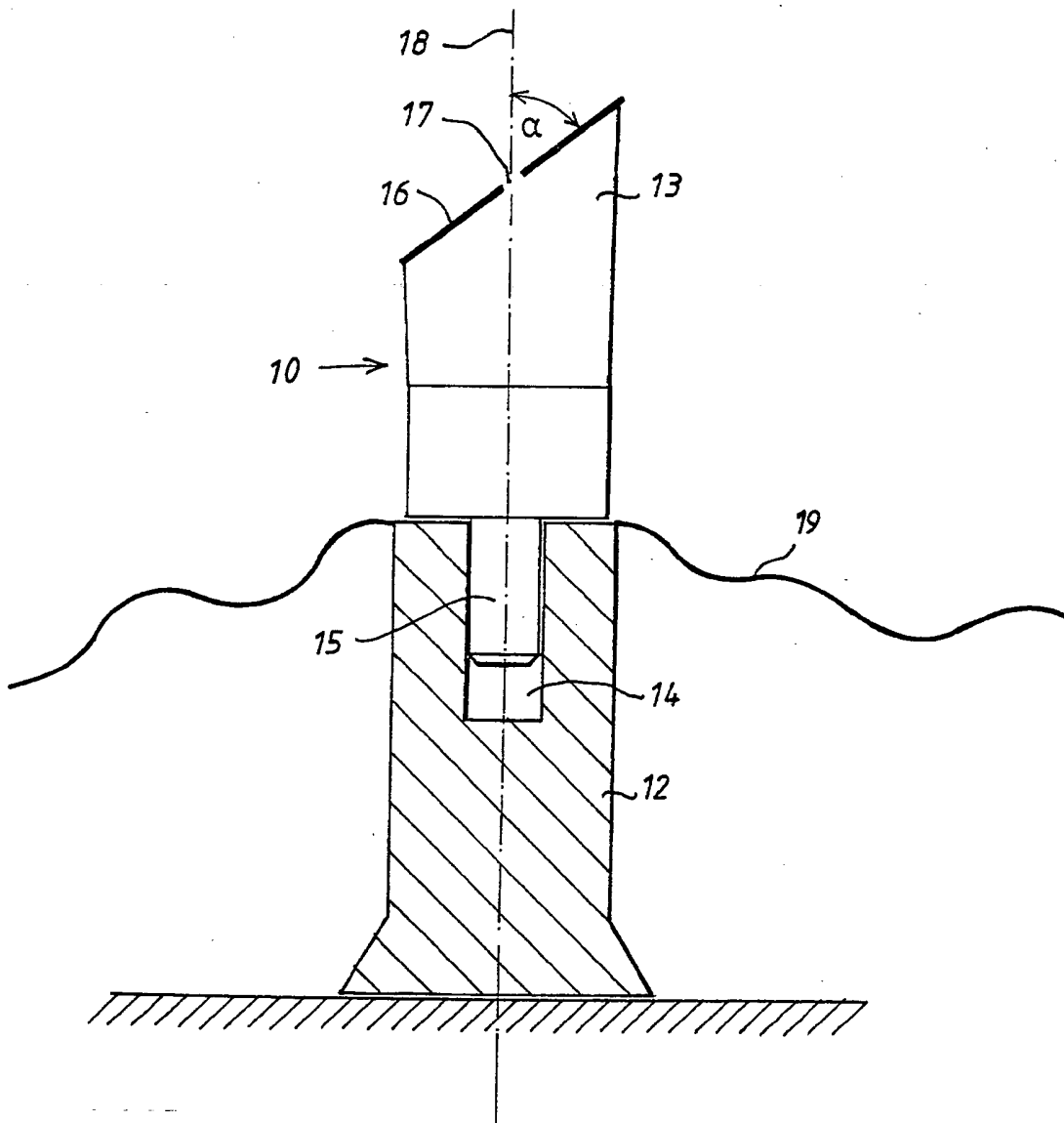
20.03.95



Q E N 1 2 6

29.03.95

FIG. 2

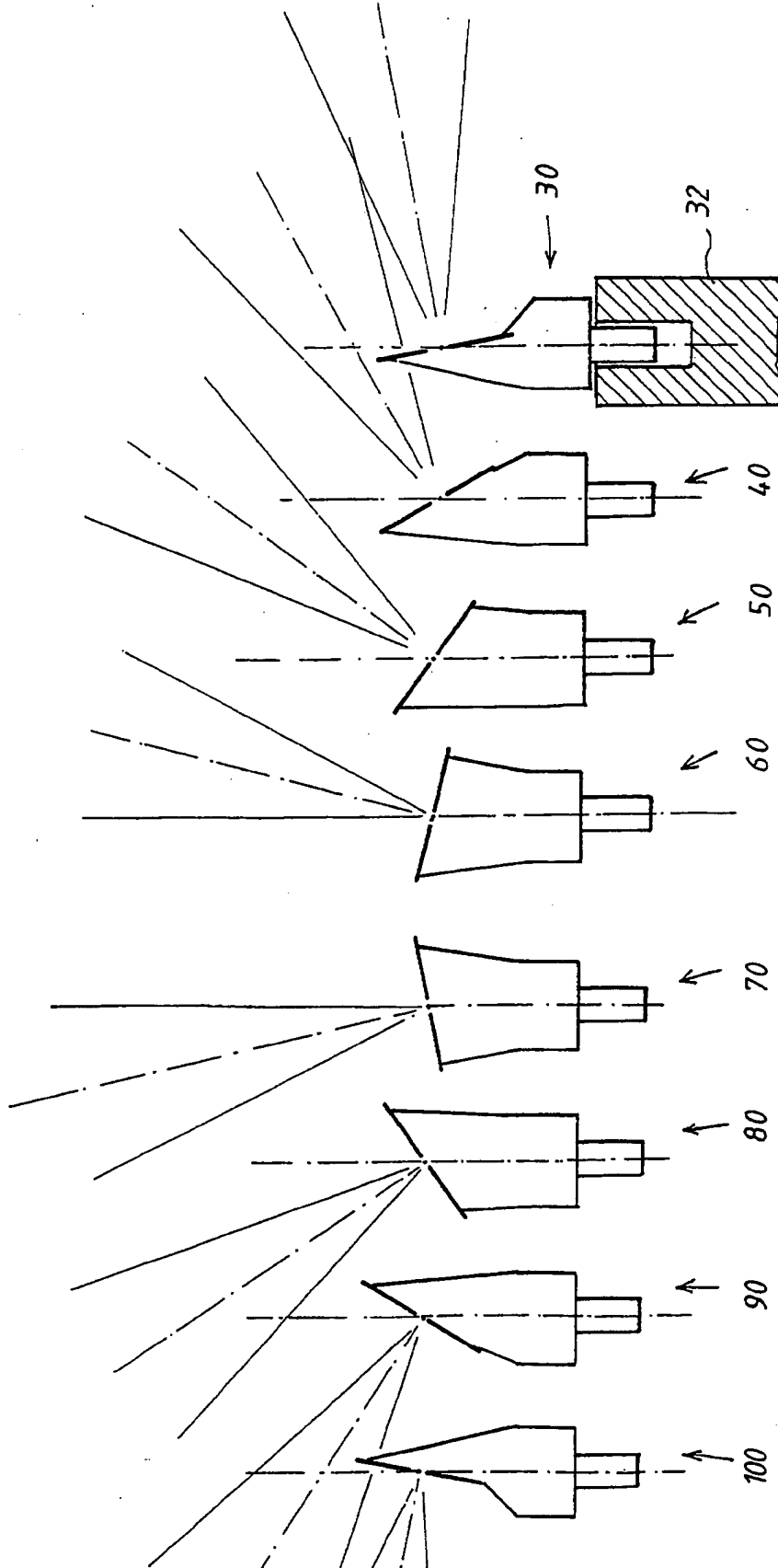


295053 18

050126

28.03.98

FIG. 3



28.03.98 18

THIS PAGE BLANK (USPTO)